

# **Ultrasonic contrast agent consisting of gas bubbles and microparticles containing a fatty acid.**

**Patent number:** DE3834705  
**Publication date:** 1990-04-12  
**Inventor:** LANGE LOTHAR PROF (DE); HILMANN JUERGEN (DE); FRITZSCH THOMAS DR (DE); SIEGERT JOACHIM DR (DE)  
**Applicant:** SCHERING AG (DE)  
**Classification:**  
 - **International:** A61K49/00  
 - **European:** A61K49/22P4  
**Application number:** DE19883834705 19881007  
**Priority number(s):** DE19883834705 19881007

## **Also published as:**



EP0365467 (A2)  
 LU90004 (A)  
 JP2145528 (A)  
 FI890749 (A)  
 EP0365467 (A3)

more >>

Abstract not available for DE3834705

Abstract of corresponding document: EP0365467

Contrast agents for ultrasonic diagnosis consisting of gas bubbles and microparticles are described and are characterised in that they contain as microparticles a mixture of at least one (C10-C20)-fatty acid with at least one solid which has no interfacial activity, suspended in a liquid vehicle. They provide contrast in ultrasonic imaging of the right and left heart, the myocardium and other organs such as the liver, spleen and kidney, after intravenous administration.

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

**BEST AVAILABLE COPY**

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑪ **DE 3834705 A1**

⑤① Int. Cl. 5:  
**A61K 49/00**

②① Aktenzeichen: P 38 34 705.9  
②② Anmeldetag: 7. 10. 88  
②③ Offenlegungstag: 12. 4. 90

DE 3834705 A1

BEST AVAILABLE COPY

⑦① Anmelder:  
Schering AG, 1000 Berlin und 4709 Bergkamen, DE

⑦② Erfinder:  
Frittsch, Thomas, Dr.; Hilmann, Jürgen; Lange,  
Lothar, Prof.; Siegert, Joachim, Dr., 1000 Berlin, DE.

⑤④ **Ultraschallkontrastmittel aus Gasbläschen und Fettsäure enthaltenden Mikropartikeln**

Es werden Kontrastmittel für die Ultraschall-Diagnostik aus Gasbläschen und Mikropartikel beschrieben, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie als Mikropartikel eine Mischung mindestens einer (C<sub>10</sub>-C<sub>20</sub>)-Fettsäure mit mindestens einem nicht grenzflächenaktiven Feststoff, suspendiert in einem flüssigen Träger, enthalten.

Sie gestatten bei Ultraschallaufnahmen nach intravenöser Applikation die Kontrastgebung des rechten und linken Herzens, des Myokards sowie anderer Organe wie Leber, Milz und Niere.

DE 3834705 A1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft Kontrastmittel für die Ultraschall-Diagnostik aus Gasbläschen und Mikropartikel, die dadurch gekennzeichnet sind, daß sie als Mikropartikel eine Mischung mindestens einer (C<sub>10</sub>—C<sub>20</sub>)-Fettsäure mit mindestens einem nichtgrenzflächenaktiven Feststoff, suspendiert in einem flüssigen Träger, enthalten.

Die Untersuchung von Organen mit Ultraschall (Sonographie) ist eine seit einigen Jahren gut eingeführte und praktizierte diagnostische Methode. Ultraschallwellen im Megahertz-Bereich (oberhalb 2 Mega-Hertz mit Wellenlängen zwischen 1 und 0,2 mm) werden an Grenzflächen von unterschiedlichen Gewebearten reflektiert. Die dadurch entstandenen Echos werden verstärkt und sichtbar gemacht. Von besonderer Bedeutung ist dabei die Untersuchung des Herzens mit dieser Methode, die Echokardiographie genannt wird (Haft J. I., et al.; Clinical echocardiography, Futura, Mount Kisco, New York 1978; Köhler E., Klinische Echokardiographie, Enke, Stuttgart 1979; Stefan G., et al.: Echokardiographie, Thieme, Stuttgart—New York 1981; G. Biamino, L. Lange: Echokardiographie, Hoechst AG, 1983).

Da Flüssigkeiten — auch das Blut — nur dann im Ultraschall-B-Bild Kontrast liefern, wenn Dichte-Unterschiede zur Umgebung bestehen, wurde nach Möglichkeiten gesucht, das Blut und seine Strömung für eine Ultraschall-B-Bild-Untersuchung sichtbar zu machen, was durch die Zugabe von feinsten Gasbläschen auch möglich ist.

Verwendet man bei der Ultraschalluntersuchung des Herzens oder der Gefäße die schwachen Reflexionen des Ultraschalls an den roten Blutkörperchen und nutzt das sog. Doppler-Phänomen, kann man auch ohne Kontrastmittel die Blutströmung darstellen. Aber auch bei dieser Methode ist die Zugabe von kleinen Gasbläschen in die Blutströmung vorteilhaft, weil die stärkeren Reflexionen an den Gasbläschen eine bessere Bildverwertung erlauben (Z. Kardiologie 77: 227—232 [1988]).

Aus der Literatur sind mehrere Methoden zur Herstellung und Stabilisierung der Gasbläschen bekannt. Sie lassen sich beispielsweise vor der Injektion in den Blutstrom durch heftiges Schütteln oder Rühren von Lösungen wie Salzlösungen, Farbstofflösungen oder von vorher entnommenem Blut erzeugen.

Obwohl man dadurch eine Ultraschall-Kontrastgebung erreicht, sind diese Methoden mit schwerwiegenden Nachteilen verbunden, die sich in schlechter Reproduzierbarkeit, stark schwankender Größe der Gasbläschen und — bedingt durch einen Anteil an sichtbaren großen Bläschen — einem gewissen Embolie-Risiko äußern.

Diese Nachteile wurden durch andere Herstellungsverfahren teilweise behoben, wie beispielsweise durch das in US-Patent 36 40 271 beschriebene, bei dem Bläschen mit reproduzierbarer Größe durch Filtration oder durch Anwendung einer unter Gleichstrom stehenden Elektrodevorrichtung erzeugt werden. Dem Vorteil in der Möglichkeit, Gasbläschen mit reproduzierbarer Größe herstellen zu können, steht der erhebliche technische Aufwand als Nachteil gegenüber.

In dem US-Patent 42 76 885 wird die Herstellung von Gasbläschen mit definierter Größe beschrieben, die mit einer vor dem Zusammenfließen schützenden Gelatine-Hülle umgeben sind. Die Aufbewahrung der fertigen Bläschen kann nur im "eingefrorenen" Zustand erfolgen, beispielsweise durch Aufbewahren bei Kühlschranktemperatur, wobei sie zur Verwendung wieder auf Körpertemperatur gebracht werden müssen.

In dem US-Patent 42 65 251 wird die Herstellung und Verwendung von Gasbläschen mit einer festen Hülle aus Sacchariden beschrieben, die mit einem unter Druck stehenden Gas gefüllt sein können. Stehen sie unter Normaldruck, so können sie als Ultraschallkontrastmittel eingesetzt werden; bei Verwendung mit erhöhtem Innendruck dienen sie der Blutdruckmessung. Obwohl hierbei die Aufbewahrung der festen Gasbläschen kein Problem darstellt, ist der technische Aufwand bei der Herstellung ein erheblicher Kostenfaktor.

Die Risiken der nach dem Stand der Technik zur Verfügung stehenden Kontrastmittel werden durch zwei Faktoren hervorgerufen: Größe und Anzahl sowohl der Feststoffpartikel als auch der Gasbläschen.

Der bisher geschilderte Stand der Technik gestattet die Herstellung von Ultraschallkontrastmitteln, die stets nur einige der geforderten Eigenschaften besitzen:

1. Ausschalten des Embolierisikos
  - Gasbläschen (Größe und Anzahl)
  - Feststoffpartikel (Größe und Anzahl)
2. Reproduzierbarkeit
3. genügend lange Stabilität
4. Lungengängigkeit, z. B. um Ultraschall-Kontrastierung des linken Herzteiles zu erhalten
5. Kapillargängigkeit
6. Sterilität und Pyrogenfreiheit der Zubereitung
7. leichte Herstellbarkeit mit vertretbarem Kostenaufwand
8. problemlose Bevorratung.

In der europäischen Patentanmeldung mit der Veröffentlichungs-Nummer 52 575 wird zwar die Herstellung von Gasbläschen beschrieben, die diese erforderlichen Eigenschaften besitzen sollen. Zu ihrer Herstellung werden Mikropartikel einer festen kristallinen Substanz, wie beispielsweise Galaktose, in einer Trägerflüssigkeit suspendiert, wobei das Gas, das an der Partikeloberfläche adsorbiert, in Hohlräumen zwischen den Partikeln oder in interkristallinen Hohlräumen eingeschlossen ist, die Gasbläschen bildet. Die so entstandene Suspension von Gasbläschen und Mikropartikeln wird innerhalb von 10 Minuten injiziert. Obwohl in der europäischen Patentschrift 52 575 behauptet wird, daß die nach der beschriebenen Methode hergestellte Suspension geeignet ist, nach Injektion in eine periphere Vene sowohl auf der rechten Herzseite als auch nach Passage der Lunge in der linken Herzseite zu erscheinen und dort das Blut und dessen Strömung bei Ultraschall-Untersuchung sichtbar zu machen, hielt diese Behauptung einer Nachprüfung nicht stand. So wurde festgestellt, daß das nach

der in der europäischen Anmeldung 52 575 beschriebenen Methode hergestellte und in eine periphere Vene injizierte Kontrastmittel keine Ultraschall-Echos im linken Herzteil erzeugten.

Auch in der EP-A-77 752 wird die Herstellung von einer flüssigen Mischung zur Verwendung als Kontrastmittel beschrieben, das wiederum aus einer Mischung eines Tensides oder einer wäßrigen Lösung des Tensides und einer wäßrigen viskosen Trägerflüssigkeit besteht.

In der veröffentlichten europäischen Patentanmeldung (Veröffentlichungs-Nr. 01 22 624) wird ein Mikropartikel und Gasbläschen enthaltendes Ultraschallkontrast-verstärkendes Mittel beschrieben, das geeignet ist, nach intravenöser Applikation und Lungenpassage die Kontrastgebung des linken Herzens, des Myocards sowie anderer Organe, wie der Leber, Milz und Niere zu verstärken. In dieser Anmeldung sind zwar auch Fettsäuren ("gesättigte oder ungesättigte (C<sub>4</sub>—C<sub>20</sub>)-Fettsäuren") als geeignet zur Herstellung der Mikropartikel genannt, beispielhaft belegt sind jedoch nur deren Ester oder Salze als grenzflächenaktive Stoffe, wie beispielsweise Ascorbylpalmitat oder Saccharosemonopalmitat. Diese haben jedoch den Nachteil, daß sie in der Formulierung schon bei Lagerung unter Normalbedingungen (25°C) relativ rasch zersetzt werden (s. Tabelle). Dies ist im Hinblick auf ein Handelspräparat und deren Reinheitsforderungen schädlich.

Tabelle

## Stabilitätsuntersuchung

## Formulierung

A Galactose + 0,134% Ascorbylpalmitat

B Galactose + 0,1% Palmitinsäure

Chemische Stabilität der Additive in Abhängigkeit von der Lagertemperatur und der Zeit

Lagerdauer	Formulierung	
	A % (m/m) Ascorbylpalmitat	B % (m/m) Palmitinsäure
Start	100%	100%
6 Wochen		
Raumtemperatur	84,3%	nicht untersucht
40°C	67,9%	nicht untersucht
50°C	33,6%	97,4%
12 Wochen		
Raumtemperatur	79,8%	98,0%
40°C	53,7%	98,4%
50°C	18,7%	95,1%

## Kontrastintensität

Mit der Abnahme des Additivgehaltes geht eine Reduktion des Links-Herz-Kontrastes einher.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, Mittel sowie Verfahren zu deren Herstellung zur Verfügung zu stellen, die diesen Nachteil nicht besitzen.

Durch Verwendung von freien Fettsäuren als grenzflächenaktive Substanzen anstelle deren Salze bzw. Ester zur Herstellung der Mikropartikel wird diese Aufgabe gelöst. Besonders geeignet sind hierbei die 10 bis 20 Kohlenstoffatome enthaltenden Fettsäuren, wie beispielsweise Laurin-, Myristin-, Palmitin-, Stearin- oder Arachinsäure oder deren Mischungen.

Die durch Suspendieren der erfindungsgemäßen Mikropartikel in dem flüssigen Träger erhaltenen erfindungsgemäßen Ultraschallkontrastmittel sind in der Lage, nach intravenöser Applikation das Blut und dessen Strömungsverhältnisse nicht nur auf der rechten Seite des Herzens, sondern auch nach der Passage des Kapillarbettes der Lunge auf der linken Herzseite für Ultraschall sichtbar zu machen.

Darüber hinaus zeigen sie überraschenderweise einen größeren Verstärkungseffekt und bessere Reproduzierbarkeit des Ultraschallkontrasts als die Ultraschallkontrastmittel des Standes der Technik.

Die grenzflächenaktive Substanz in den Mikropartikeln wird in einer Konzentration von 0,01 bis 5 Gewichtsprozent, vorzugsweise von 0,04 bis 1 Gewichtsprozent, verwendet.

Die Mikropartikel bestehen aus einer Mischung von mindestens einer der grenzflächenaktiven Substanz mit mindestens einem physiologisch verträglichen kristallinen Feststoff. Man kann dafür organische und anorganische Stoffe verwenden, zum Beispiel Salze wie Natriumchlorid, Natriumcitrat, Natriumacetat oder Natriumtartrat, Monosaccharide, wie Glucose, Fructose oder Galaktose, Disaccharide wie Saccharose, Lactose oder Maltose; Pentosen wie Arabinose, Xylose oder Ribose oder Cyclodextrine wie  $\alpha$ -,  $\beta$ - oder  $\gamma$ -Cyclodextrin, wobei Galactose, Fructose, Glucose, Lactose und  $\alpha$ -Cyclodextrin bevorzugt sind. Sie sind in einer Konzentration von 95 bis 99,99 Gewichtsprozent in den Mikropartikeln enthalten.

Zur Herstellung der Mikropartikel werden die dafür vorgesehenen Substanzen unter aseptischen Bedingun-

gen rekristallisiert. Anschließend werden sie unter aseptischen Bedingungen zerkleinert, z. B. durch Vermahlung in einer Luftstrahlmühle, bis die gewünschte Partikelgröße erreicht ist. Es wird eine den Erythrocyten vergleichbare Partikelgröße von  $< 10 \mu\text{m}$ , vorzugsweise  $< 8 \mu\text{m}$ , angestrebt. Der Medianwert des Mikronisates liegt bei 1–3  $\mu\text{m}$ . Die Partikelgröße wird in geeigneten Meßgeräten bestimmt. Die erzeugten Mikropartikel bestehen aus einer Mischung von grenzflächenaktiver Substanz und nichtgrenzflächenaktivem Feststoff.

Sowohl die durch das Zerkleinerungsverfahren erreichte Größe der Mikropartikel als auch die Größe der im erfindungsgemäßen Kontrastmittel enthaltenen Gasbläschen gewährleistet eine gefahrlose Passage des Kapillarsystems und des Lungenkapillarnetzes und schließt das Entstehen von Embolien aus.

Das für die Kontrastgebung benötigte Gasvolumen wird durch die Mikropartikel transportiert. Es ist teilweise an der Oberfläche der Mikropartikel absorbiert, in den Hohlräumen zwischen den Mikropartikeln oder interkristallin eingeschlossen.

Das von den Mikropartikeln transportierte Gasvolumen in Form von Gasbläschen beträgt 0,02 bis 0,6 ml pro Gramm Mikropartikel.

Als flüssiger Träger kommen in Frage Wasser, wäßrige Lösungen eines oder mehrerer anorganischer Salze wie physiologische Kochsalzlösung und Pufferlösungen, wäßrige Lösungen von Mono- oder Disacchariden wie Galactose, Glucose oder Lactose, ein- oder mehrwertige Alkohole, soweit sie physiologisch verträglich sind, wie Äthanol, Propanol, Isopropylalkohol, Polyethylenglykol, Ethylenglykol, Glycerin, Propylenglykol, Propylenglycolmethylether oder deren wäßrige Lösungen. Bevorzugt sind Wasser und physiologische Elektrolytlösungen wie physiologische Kochsalzlösung sowie wäßrige Zuckerlösungen wie z. B. Galactose, Glucose, Fructose und Lactose. Werden Lösungen verwendet, beträgt die Konzentration des gelösten Stoffes 0,1 bis 30 Gewichtsprozent, vorzugsweise 0,5 bis 15 Gewichtsprozent; insbesondere verwendet man Wasser, 0,9%ige wäßrige Kochsalzlösung oder 5–6%ige wäßrige Galactose-Lösung.

Die Erfindung betrifft auch ein Verfahren zur Herstellung des erfindungsgemäßen Mittels gemäß Anspruch 11.

Zur Herstellung des gebrauchsfertigen Ultraschall-Kontrastmittels gibt man die sterile Trägerflüssigkeit zu der in Form von Mikropartikel vorliegenden sterilen Kombination mindestens einer ( $C_{10}$ – $C_{20}$ )-Fettsäure mit mindestens einem nichtgrenzflächenaktiven Stoff und schüttelt diese Mischung, bis sich eine homogene Suspension gebildet hat, wofür ca. 5 bis 10 sec. erforderlich sind. Die entstandene Suspension wird sofort nach ihrer Herstellung, spätestens jedoch nach 5 Minuten als Bolus in eine periphere Vene oder einen schon vorhandenen Katheter injiziert, wobei von 0,01 ml bis 1 ml/kg Körpergewicht appliziert werden.

Aus Gründen der Zweckmäßigkeit werden die zur Herstellung des erfindungsgemäßen Mittels benötigten Komponenten wie Trägerflüssigkeit (A) und Mikropartikel der Kombination ( $C_{10}$ – $C_{20}$ )-Fettsäure und nichtgrenzflächenaktiver Feststoff (B) in der für eine Untersuchung erforderlichen Menge steril in zwei Gefäßen aufbewahrt. Beide Gefäße (Vials) haben Verschlüsse, die die Entnahme und Zugabe mittels Injektionsspritze unter sterilen Bedingungen ermöglichen. Die Größe von Gefäß B ist so beschaffen, daß der Inhalt von Gefäß A mittels Injektionsspritze nach B überführt werden kann und die vereinigten Komponenten geschüttelt werden können.

Die Durchführung einer echokardiographischen Untersuchung an einem 10 kg schweren Pavian soll die Verwendung des erfindungsgemäßen Kontrastmittels demonstrieren:

8,5 ml Trägerflüssigkeit (siehe Herstellungsbeispiele) werden aus einem Vial mit einer Injektionsspritze entnommen und zu 3 g Mikropartikel, die sich in einem zweiten Vial befinden, gegeben und etwa 5 bis 10 sec. geschüttelt, bis sich eine homogene Suspension gebildet hat. Man injiziert 2 ml dieser Suspension in eine periphere Vene (V. jugularis, brachialis oder saphena) über einen 3-Wege-Hahn mit einer Infusionsgeschwindigkeit von mindestens 1 ml/sec., besser mit 2–3 ml/sec. An die Kontrastmittelinjektion schließt sich mit derselben Geschwindigkeit sofort die Injektion von 10 ml physiologischer Kochsalzlösung an, damit der Kontrastmittel-Bolus so lange wie möglich erhalten bleibt. Vor, während und nach der Injektion wird ein handelsüblicher Schallkopf für die Echokardiographie an den Thorax des Versuchstieres gehalten, so daß ein typischer Querschnitt durch das rechte und linke Herz erhalten wird. Diese Versuchsanordnung entspricht dem Stand der Technik und ist dem Fachmann bekannt.

Erreicht das Ultraschallkontrastmittel das rechte Herz, kann man im 2-D-Echo-Bild oder im M-mode-Echo-Bild verfolgen, wie das durch das Kontrastmittel markierte Blut zunächst die Höhe des rechten Vorhofes, dann die des rechten Ventrikels und der Pulmonalarterie erreicht, wobei für eine für die diagnostische Untersuchung ausreichende Zeit eine homogene Füllung auftritt. Während die Höhlen des rechten Herzens im Ultraschallbild wieder leer werden, erscheint das mit Kontrastmittel markierte Blut nach der Lungenpassage in den Pulmonalvenen wieder, füllt den linken Vorhof, den linken Ventrikel und die Aorta homogen, wobei der Kontrast länger anhält als auf der rechten Herzseite. Neben der Darstellung des Blutflusses durch die Höhlen des linken Herzens kommt es auch zu einer Kontrastierung des Myokards, die die Durchblutung widerspiegelt.

Die Verwendung des erfindungsgemäßen Ultraschall-Kontrastmittels ist aber nicht beschränkt auf die Sichtbarmachung des Blutstroms im arteriellen Teil des Herzens nach venöser Applikation, sondern es wird mit ausgezeichnetem Erfolg auch bei der Untersuchung des rechten Herzens und anderer Organe als Kontrastmittel verwendet.

#### Beispiel 1

##### A) Trägerflüssigkeit: Wasser für Injektionszwecke

##### B) Herstellung der Mikropartikel

I 1998 g Galactose werden in 1080 g Wasser gereinigt, gelöst, sterilfiltriert und unter aseptischen Bedingungen auf 6—10°C abgekühlt.

II 2 g Palmitinsäure werden in 120 g Ethanol gelöst, sterilfiltriert und unter Rühren I zugesetzt.

III Die vereinigten Lösungen werden unter aseptischen Bedingungen bei ca. 40°C und 50 mbar Unterdruck zur Trockne gebracht.

IV Das Rekristallinat wird unter aseptischen Bedingungen mit einer Luftstrahlmühle auf folgende Korngrößenverteilung zerkleinert:

$D_{10} \leq 1 \mu\text{m}$

$D_{50} \leq 2,5 \mu\text{m}$

$D_{90} \leq 5 \mu\text{m}$

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgt nach Suspendierung des Mikronisates in Alkohol mit einem Partikelmeßgerät (z. B. Cilas-Granulometer 715).

V Die Abpackung der Mikropartikel erfolgt in 20-ml-Vials zu jeweils 3 g.

### C) Herstellung des gebrauchsfertigen Ultraschall-Kontrastmittels

In das 20-ml-Vial, welches 3 g Mikropartikel enthält, werden mittels Injektionsspritze 8,5 ml Wasser für Injektionszwecke transferiert und bis zum Entstehen einer homogenen Suspension geschüttelt (5—10 Sekunden).

#### Beispiel 2

#### A) Trägerflüssigkeit: Wasser für Injektionszwecke

#### B) Herstellung der Mikropartikel

I 1998 g Galactose werden in 1080 g Wasser gereinigt, gelöst, sterilfiltriert und unter aseptischen Bedingungen auf 6—10°C abgekühlt.

II 2 g Myristinsäure werden in 120 g Ethanol gelöst, sterilfiltriert und unter Rühren I zugesetzt.

III Die vereinigten Lösungen werden unter aseptischen Bedingungen bei ca. 40°C und 50 mbar Unterdruck zur Trockne gebracht.

IV Das Rekristallinat wird unter aseptischen Bedingungen mit einer Luftstrahlmühle auf folgende Korngrößenverteilung zerkleinert:

$D_{10} \leq 1 \mu\text{m}$

$D_{50} \leq 2,5 \mu\text{m}$

$D_{90} \leq 5 \mu\text{m}$

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgt nach Suspendierung des Mikronisates in Alkohol mit einem Partikelmeßgerät (z. B. Cilas-Granulometer 715).

V Die Abpackung der Mikropartikel erfolgt in 20-ml-Vials zu jeweils 3 g.

### C) Herstellung des gebrauchsfertigen Ultraschall-Kontrastmittels

In das 20-ml-Vial, welches 3 g Mikropartikel enthält, werden mittels Injektionsspritze 8,5 ml Wasser für Injektionszwecke transferiert und bis zum Entstehen einer homogenen Suspension geschüttelt (5—10 Sekunden).

#### Beispiel 3

#### A) Trägerflüssigkeit: Wasser für Injektionszwecke

#### B) Herstellung der Mikropartikel

I 1998 g Galactose werden in 1080 g Wasser gereinigt, gelöst, sterilfiltriert und unter aseptischen Bedingungen auf 6—10°C abgekühlt.

II 2 g Stearinsäure werden in 120 g Ethanol gelöst, sterilfiltriert und unter Rühren I zugesetzt.

III Die vereinigten Lösungen werden unter aseptischen Bedingungen bei ca. 40°C und 50 mbar Unterdruck zur Trockne gebracht.

IV Das Rekristallinat wird unter aseptischen Bedingungen mit einer Luftstrahlmühle auf folgende Korngrößenverteilung zerkleinert:

$D_{10} \leq 1 \mu\text{m}$

$D_{50} \leq 2,5 \mu\text{m}$

$D_{90} \leq 5 \mu\text{m}$

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgt nach Suspendierung des Mikronisates in Alkohol mit einem Partikelmeßgerät (z. B. Cilas-Granulometer 715).

V Die Abpackung der Mikropartikel erfolgt in 20-ml-Vials zu jeweils 3 g.

#### C) Herstellung des gebrauchsfertigen Ultraschall-Kontrastmittels

In das 20-ml-Vial, welches 3 g Mikropartikel enthält, werden mittels Injektionsspritze 8,5 ml Wasser für Injektionszwecke transferiert und bis zum Entstehen einer homogenen Suspension geschüttelt (5–10 Sekunden).

#### Beispiel 4

##### A) Trägerflüssigkeit: Wasser für Injektionszwecke

##### B) Herstellung der Mikropartikel

I 1998 g Galactose werden in 1080 g Wasser gereinigt, gelöst, sterilfiltriert und unter aseptischen Bedingungen auf 6–10°C abgekühlt.

II 1 g Myristinsäure + 1 g Arachinsäure werden in 120 g Ethanol gelöst, sterilfiltriert und unter Rühren I zugesetzt.

III Die vereinigten Lösungen werden unter aseptischen Bedingungen bei ca. 40°C und 50 mbar Unterdruck zur Trockne gebracht.

IV Das Rekristallisat wird unter aseptischen Bedingungen mit einer Luftstrahlmühle auf folgende Korngrößenverteilung zerkleinert:

$D_{10} \leq 1 \mu\text{m}$

$D_{50} \leq 2,5 \mu\text{m}$

$D_{90} \leq 5 \mu\text{m}$

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgt nach Suspendierung des Mikronisates in Alkohol mit einem Partikelmeßgerät (z. B. Cilas-Granulometer 715).

V Die Abpackung der Mikropartikel erfolgt in 20-ml-Vials zu jeweils 3 g.

#### C) Herstellung des gebrauchsfertigen Ultraschall-Kontrastmittels

In das 20-ml-Vial, welches 3 g Mikropartikel enthält, werden mittels Injektionsspritze 8,5 ml Wasser für Injektionszwecke transferiert und bis zum Entstehen einer homogenen Suspension geschüttelt (5–10 Sekunden).

#### Beispiel 5

##### A) Herstellung der Trägerflüssigkeit

55 g Galaktose werden in Wasser p.i. gelöst, bis zu einem Volumen von 1000 ml aufgefüllt, durch ein 0,2- $\mu\text{m}$ -Filter filtriert, jeweils 10 ml der filtrierten Lösung in 10-ml-Vials abgefüllt und 15 Minuten bei 121°C sterilisiert.

##### B) Herstellung der Mikropartikel

I 1998 g Galactose werden in 1080 g Wasser gereinigt, gelöst, sterilfiltriert und unter aseptischen Bedingungen auf 6–10°C abgekühlt.

II 1 g Palmitinsäure + 1 g Stearinsäure werden in 120 g Ethanol gelöst, sterilfiltriert und unter Rühren I zugesetzt.

III Die vereinigten Lösungen werden unter aseptischen Bedingungen bei ca. 40°C und 50 mbar Unterdruck zur Trockne gebracht.

IV Das Rekristallisat wird unter aseptischen Bedingungen mit einer Luftstrahlmühle auf folgende Korngrößenverteilung zerkleinert:

$D_{10} \leq 1 \mu\text{m}$

$D_{50} \leq 2,5 \mu\text{m}$

$D_{90} \leq 5 \mu\text{m}$

Die Bestimmung der Korngrößenverteilung erfolgt nach Suspendierung des Mikronisates in Alkohol mit einem Partikelmeßgerät (z. B. Cilas-Granulometer 715).

V Die Abpackung der Mikropartikel erfolgt in 20-ml-Vials zu jeweils 3 g.